



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 101 20 143 A 1**

21 Aktenzeichen: 101 20 143.5  
22 Anmeldetag: 25. 4. 2001  
43 Offenlegungstag: 31. 10. 2002

DE 101 20 143 A 1

71 Anmelder:  
Conti Temic microelectronic GmbH, 90411  
Nürnberg, DE

72 Erfinder:  
Wagner, Bernhard, Dr.-r.

56 Für die Beurteilung der  
zu ziehende Druckschri  
DE 199 05 380 A1

ht

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen

54 Verfahren zur Steuerung mindestens eines kapazitiven Stellglieds und Schaltungs-  
Durchführung des Verfahrens

57 Ein kapazitives Stellglied, insbesondere ein piezoelek-  
trisches Element, wird üblicherweise durch wiederholtes  
Betätigen eines Ladeschalters oder eines Entladeschal-  
ters über ein induktives Bauelement geladen bzw. entla-  
den, wobei während des Ladevorgangs Ladung aus ei-  
nem Speicherkondensator entnommen wird und wäh-  
rend des Entladevorgangs Ladung dem Speicherkonden-  
sator zugeführt wird. Der Speicherkondensator wird da-  
bei vor Beginn des Ladevorgangs aus einer Gleichspan-  
nungsquelle über einen Gleichspannungs-Gleichspan-  
nungs-Wandler auf eine für den Betrieb erforderliche Be-  
triebsspannung geladen. Das neue Verfahren soll mit ge-  
ringerem Schaltungsaufwand durchführbar sein.  
Beim neuen Verfahren wird der Speicherkondensator  
ohne die Verwendung eines Gleichspannungs-Gleich-  
spannungs-Wandler in sich wiederholenden Zeitintervallen  
über das induktive Bauelement auf die Betriebsspan-  
nung geladen, indem in diesen Zeitintervallen das Stell-  
glied oder, bei der Verwendung mehrerer Stellglieder, je-  
des Stellglied deaktiviert wird, eine Versorgungsspan-  
nung an einen mit dem Stellglied oder den Stellgliedern  
verbundenen Anschluß des induktiven Bauelements an-  
gelegt wird und der Entladeschalter wiederholt betätigt  
wird.  
Steuerung von Einspritzventilen in Brennkraftmaschinen.

DE 101 20 143 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung mindestens eines kapazitiven Stellglieds gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens.

[0002] Ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ist beispielsweise aus der DE 197 33 560 A1 bekannt. Bei diesem Verfahren wird ein kapazitives Stellglied durch wiederholtes Betätigen eines Ladeschalters oder eines Entladeschalters über ein induktives Bauelement geladen bzw. entladen, wobei während Ladevorgangs Ladung aus einem Speicherkondensator entnommen und über das induktive Bauelement dem Stellglied zugeführt wird und wobei während des Entladevorgangs Ladung dem Stellelement entnommen und teilweise dem Speicherkondensator über das induktive Bauelement zugeführt wird. Der Speicherkondensator wird dabei vor Beginn des Ladevorgangs aus einer Gleichspannungsquelle über einen Gleichspannungs-Gleichspannungs-Wandler auf eine für den Betrieb erforderliche Betriebsspannung geladen. Als nachteilig erweist sich hierbei der hohe Schaltungsaufwand und Platzbedarf der zur Durchführung des Verfahrens erforderlichen Schaltungsanordnung.

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 anzugeben, das auf einfache Weise mit geringem Schaltungs- und Kostenaufwand durchführbar ist. Der Erfindung liegt ferner die Aufgabe zugrunde, eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben.

[0004] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 und durch die Merkmale des Patentanspruchs 6 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0005] Erfindungsgemäß wird ein kapazitives Stellglied oder jeweils eines von mehreren kapazitiven Stellgliedern während eines Ladevorgangs durch wiederholtes Betätigen eines Ladeschalters über ein induktives Bauelement geladen oder während eines Entladevorgangs durch wiederholtes Betätigen eines Entladeschalters über das gleiche induktive Bauelement entladen, wobei beim Ladevorgang Ladung aus einem Speicherkondensator entnommen wird und beim Entladevorgang Ladung dem Speicherkondensator zugeführt wird und wobei der Speicherkondensator über das induktive Bauelement, vorzugsweise in sich wiederholenden Zeitintervallen, auf eine Betriebsspannung geladen wird, indem bei deaktiviertem Stellglied oder deaktivierten Stellgliedern eine Versorgungsgleichspannung an einen Anschluß des induktiven Bauelements angelegt wird und der Entladeschalter wiederholt betätigt wird.

[0006] Damit ist es nicht mehr erforderlich, einen aufwendigen und kostspieligen Gleichspannungs-Gleichspannungs-Wandler zum Laden des Speicherkondensators vorzusehen.

[0007] Das Stellglied oder jedes der Stellglieder wird vorteilhafterweise deaktiviert, indem es stromlos geschaltet wird, d. h. indem ein durch das zu deaktivierende Stellglied führender Strompfad unterbrochen wird. Vorzugsweise wird ein Stellglied oder jedes der Stellglieder erst nach Beendigung des Ladevorgangs oder Entladevorgangs, durch das es geladen bzw. entladen wird, zur Deaktivierung freigegeben. Bei der Verwendung mehrerer Stellglieder werden vorzugsweise nicht mehrere der Stellglieder gleichzeitig aktiviert, so daß die Stellglieder in unterschiedlichen Zeitintervallen geladen oder entladen werden.

[0008] Das Verfahren läßt sich mit einer einfachen Schaltungsanordnung durchführen. Eine derartige Schaltungsanordnung umfaßt einen Ausgangsanschluß, an den das Stell-

glied oder die Stellglieder angeschlossen ist bzw. sind und der über das induktive Bauelement mit einem Schaltungsknoten verbunden ist, welcher seinerseits über den Ladeschalter und eine dazu parallel geschaltete erste Diode mit dem Speicherkondensator verbunden ist sowie über den Entladeschalter und eine dazu parallel geschaltete zweite Diode mit einem vorzugsweise auf einem Bezugspotential liegendem Spannungsversorgungsanschluß verbunden ist. Dem Stellglied oder jedem der Stellglieder ist dabei ein eigener Auswahlsschalter zur Aktivierung oder Deaktivierung des jeweiligen Stellglieds zugeordnet, wobei das Stellglied oder jedes der Stellglieder in einem eigenen den Ausgangsanschluß mit dem Spannungsversorgungsanschluß verbindenden Stromzweig zu dem ihm jeweils zugeordneten Auswahlsschalter in Reihe geschaltet ist. An den Ausgangsanschluß ist vorzugsweise eine zuschaltbare Gleichspannungsquelle angeschlossen, mit der im zugeschalteten Zustand die Versorgungsgleichspannung an den Ausgangsanschluß angelegt wird.

[0009] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Schaltungsanordnung ist das Stellglied oder jedes der Stellglieder als piezoelektrische Element ausgeführt.

[0010] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Figur näher beschrieben.

[0011] Die Figur zeigt eine Schaltungsanordnung zur Steuerung mehrerer Stellglieder P1, P2, ... Pn.

[0012] Mit den Stellgliedern P1, P2, ... Pn werden in einer Brennkraftmaschine mit Kraftstoffdirekteinspritzung Einspritzventile betätigt. Die Stellglieder P1, P2, ... Pn sind dabei als piezoelektrische Elemente ausgeführt und weisen somit die Eigenschaft auf, sich in Abhängigkeit der Änderung ihrer elektrischen Ladung auszudehnen oder zusammenzuziehen. Die aus einem Ladevorgang oder Entladevorgang resultierende Längenänderung eines Stellglieds wird dabei ausgenutzt, um ein Stellelement zu bewegen, wodurch das durch dieses Stellelement betätigte Einspritzventil um einen von der Ladungsänderung abhängigen Wert weiter geöffnet oder geschlossen wird.

[0013] Gemäß der Figur weist die Schaltungsanordnung zwischen einem Ausgangsanschluß N0 und einem auf Massepotential liegenden Spannungsversorgungsanschluß N1 mehrere parallele Stromzweige auf, wobei in jedem der Stromzweige eines der Stellglieder P1, P2, ... Pn zu einem dem jeweiligen Stellglied P1 bzw. P2 bzw. ... Pn zugeordneten Auswahlsschalter S1 bzw. S2 bzw. ... Sn in Reihe geschaltet ist. Zwischen den Ausgangsanschluß N0 und den Spannungsversorgungsanschluß N1 ist ferner eine zuschaltbare Gleichspannungsquelle V geschaltet. Diese zuschaltbare Gleichspannungsquelle V ist als Reihenschaltung aus einem Versorgungsschalter SW0 und einer zur Erzeugung einer Versorgungsgleichspannung U0 vorgesehenen Gleichspannungsquelle V0, beispielsweise einer Fahrzeugbatterie ausgeführt. Der Ausgangsanschluß N0 ist zudem über ein als Spule L ausgebildetes induktives Bauelement mit einem Schaltungsknoten N3 verbunden, welcher seinerseits über einen Ladeschalter SW1 und eine dazu parallel geschaltete erste Diode D1 mit einem ersten Anschluß eines Speicherkondensators C0 verbunden ist sowie über einen Entladeschalter SW2 und eine dazu parallel geschaltete zweite Diode D2 mit einem an den Spannungsversorgungsanschluß N1 angeschlossenen zweiten Anschluß des Speicherkondensators C0 verbunden ist. Die Dioden D1, D2 sind dabei im eingeschwungenen Zustand bei offenen Schaltern SW0, SW1, SW2, S1, S2, ... Sn und geladenem Speicherkondensator C0 in Sperrrichtung gepolt. Die Schaltungsanordnung umfaßt ferner eine in der Figur nicht gezeigte Steuereinheit zur Steuerung der Schalter SW0, SW1, SW2, S1, S2, ... Sn.

[0014] Bei der Inbetriebnahme der Schaltungsanordnung

wird der Speicherkondensator C0 zunächst auf eine für die Steuerung der Stellglieder P1, P2, ... Pn erforderliche Betriebsspannung UC geladen, beispielsweise auf einen Spannungswert von ca. 100 V. Hierzu werden die Auswahlsschalter S1, S2, ... Sn in den Stromzweigen der Stellglieder P1, P2, ... Pn geöffnet und die Stellglieder S1, S2, ... Sn somit deaktiviert. Bei deaktivierten Stellgliedern P1, P2, ... Pn wird dann der Versorgungsschalter SW0 geschlossen und somit die Versorgungsspannung U0 an den Ausgangsanschluß N0 angelegt. Danach wird der Entladeschalter SW2 bei offenem Ladeschalter SW1 wiederholt so oft betätigt, bis die gewünschte Betriebsspannung UC am Speicherkondensator C0 anliegt. Anschließend wird der Versorgungsschalter SW0 wieder geöffnet. Während des Ladens des Speicherkondensators C0 wirkt der Teil der Schaltungsanordnung, der die Spule L, die erste Diode D1, den Entladeschalter SW2 und den Speicherkondensator C0 umfaßt, als Hochsetzsteller, der die zwischen dem Ausgangsanschluß N0 und dem Spannungsversorgungsanschluß N1 anliegende Versorgungsspannung U0 auf die am Speicherkondensator C0 abfallende Betriebsspannung UC hochsetzt.

[0015] Zur Betätigung eines Einspritzventils wird das entsprechende Stellglied P1 bzw. P2 bzw. ... Pn bei offenem Versorgungsschalter SW0, d. h. bei von den Stellgliedern P1, P2, ... Pn entkoppelter Gleichspannungsquelle V0, geladen und entladen. Ein Betätigungsverfahren kann dabei auch das mehrfache Laden und Entladen jeweiligen Stellglieds umfassen.

[0016] Dabei wird das zu ladende oder entladende Stellglied P1 bzw. P2 bzw. ... Pn, sofern es nicht schon aktiviert ist, durch Schließen des ihm zugeordneten Auswahlsschalters S1 bzw. S2 bzw. ... Sn aktiviert und die übrigen Auswahlsschalter werden, falls sie nicht bereits offen sind, geöffnet, um die übrigen Stellglieder zu deaktivieren. Zum Laden des aktivierten Stellglieds P1 bzw. P2 bzw. ... Pn wird dann der Ladeschalter SW1 bei offenem Entladeschalter SW2 wiederholt betätigt. Entsprechend wird der Entladeschalter SW2 bei offenem Ladeschalter SW1 wiederholt betätigt, um das aktivierte Stellglied P1 bzw. P2 bzw. ... Pn zu entladen. Aufgrund der Polung der Dioden D1, D2, ist erste Diode D1 beim Laden und die zweite Diode D2 beim Entladen des aktivierten Stellglieds P1 bzw. P2 bzw. ... Pn stets gesperrt.

[0017] Somit wirkt der Teil der Schaltungsanordnung, der den Speicherkondensator C0, den Ladeschalter SW1, die zweite Diode D2, die Spule L und das aktivierte Stellglied P1 bzw. P2 bzw. ... Pn umfaßt, beim Ladevorgang, d. h. beim Laden des aktivierten Stellglieds, als Tiefsetzsteller, mit dem die am Speicherkondensator C0 anliegende Betriebsspannung UC in eine am aktivierten Stellglied anliegende Spannung umgesetzt wird. Diese am aktivierten Stellglied anliegende Spannung ist geringer als die am Speicherkondensator C0 anliegende Betriebsspannung UC. Entsprechend wirkt der Teil der Schaltungsanordnung, der den Speicherkondensator C0, den Entladeschalter SW2, die erste Diode D1, die Spule L und das aktivierte Stellglied P1 bzw. P2 bzw. ... Pn umfaßt, beim Entladevorgang, d. h. beim Entladen des aktivierten Stellglieds, als Hochsetzsteller, mit dem die am aktivierten Stellglied anliegende Spannung in die gegenüber dieser Spannung höhere Betriebsspannung UC umgesetzt wird.

[0018] Das aktivierte Stellglied P1 bzw. P2 bzw. ... Pn wird dabei durch einen zu ihm fließenden oder von ihm abfließenden Stellstrom I, der über die Spule L geführt wird, geladen bzw. entladen. Die Spule L wirkt hierbei als Energiespeicher, dem elektrische Energie vom Speicherkondensator C0 (beim Ladevorgang) bzw. vom aktivierten Stellglied P1 bzw. P2 bzw. ... Pn (beim Entladevorgang) zuge-

führt wird. Diese Energie wird in der Spule L als magnetische Energie gespeichert und nach einer Betätigung des Ladeschalters SW1 (beim Ladevorgang) bzw. des Entladeschalters SW2 (beim Entladevorgang) an das aktivierte Stellglied bzw. an den Speicherkondensator C0 als elektrische Energie abgegeben. Die Zeitpunkte und die Dauer der Energiespeicherung und Energieabgabe werden dabei durch die Schalterbetätigungen bestimmt. Der Stellstrom I läßt sich somit durch Variation der Dauer der Schaltzeiten und der Schaltphasen des Lade- bzw. Entladeschalters SW1 bzw. SW2 steuern, wobei diese Steuerung vorteilhafterweise durch eine Regelung derart erfolgt, daß die Länge des aktivierten Stellglieds P1 bzw. P2 bzw. ... Pn sich entsprechend eines gewünschten zeitlichen Verlaufs ändert.

[0019] Aufgrund der Energieübertragung vom Speicherkondensator C0 über die Spule L zum aktivierten Stellglied P1, bzw. P2, bzw. ... Pn und vom aktivierten Stellglied P1, bzw. P2, bzw. ... Pn über die Spule L zurück zum Speicherkondensator C0 wird während des Ladevorgangs Ladung dem Speicherkondensator C0 entnommen und während des Entladevorgangs Ladung dem Speicherkondensator C0 wieder zurückgeführt. Allerdings wird aufgrund von ohmschen Verlusten nicht die gesamte dem Speicherkondensator C0 während des Ladevorgangs entnommene Ladung während des anschließenden Entladevorgangs wieder zurückgeführt. Dieser Ladungsverlust läßt sich jedoch kompensieren, indem die Stellglieder P1, P2, ... Pn in Zeitintervallen, in denen keines der Stellglieder P1, P2, ... Pn geladen oder entladen werden soll, d. h. nach Beendigung eines Lade- oder Entladevorgangs und vor Beginn des nächsten Lade- oder Entladevorgangs, deaktiviert werden, sofern sie nicht bereits deaktiviert sind, und indem, wie bei der Inbetriebnahme der Schaltungsanordnung, bei deaktivierten Stellgliedern P1, P2, ... Pn die Versorgungsspannung U0 durch Schließen des Versorgungsschalters SW0 an den Ausgangsanschluß N0 angelegt wird und der Entladeschalter SW2 so oft betätigt wird, bis die Betriebsspannung UC den gewünschten Wert erreicht hat. Die Schaltungsanordnung wirkt in diesen Zeitintervallen ebenfalls als Hochsetzsteller, mit dem die zwischen dem Ausgangsanschluß N0 und dem Spannungsversorgungsanschluß N1 anliegende Spannung in die am Speicherkondensator C0 anliegende Betriebsspannung UC hochgesetzt wird. Dabei wird die hochzusetzende Spannung nunmehr nicht wie beim Entladen eines Stellglieds von diesem Stellglied sondern von einer zusätzlichen Energiequelle, der Gleichspannungsquelle V0, bereitgestellt.

[0020] Der wesentliche Vorteil der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung liegt somit darin, daß sowohl beim Laden und Entladen der Stellglieder als auch beim Aufladen und Nachladen des Speicherkondensators C0 die selbe Spule L als induktives Bauelement verwendet wird.

[0021] Im vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Schaltungsanordnung zur Steuerung mehrerer Stellglieder P1, P2, ... Pn eingesetzt; es ist jedoch selbstverständlich auch denkbar, die Schaltungsanordnung zur Steuerung eines einzelnen Stellglieds einzusetzen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung mindestens eines kapazitiven Stellglieds (P1, P2, ... Pn), das während eines Ladevorgangs durch wiederholtes Betätigen eines Ladeschalters (SW1) über ein induktives Bauelement (L) geladen oder während eines Entladevorgangs durch wiederholtes Betätigen eines Entladeschalters (SW2) über das induktive Bauelement (L) entladen wird, wobei beim Ladevorgang Ladung aus einem Speicherkondensator (C0) entnommen wird und beim Entladevor-

gang Ladung dem Speicherkondensator (C0) zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß in mindestens einem Zeitintervall eine Versorgungsgleichspannung (U0) bei deaktiviertem Stellglied (P1) oder deaktivierten Stellgliedern (P1, P2, ... Pn) an einen Anschluß (N0) des induktiven Bauelements (L) angelegt wird und der Speicherkondensator (C0) über das induktive Bauelement (L) durch wiederholtes Betätigen des Entladeschalters (SW2) geladen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Speicherkondensator (C0) in sich wiederholenden Zeitintervallen auf eine vorgegebene Betriebsspannung (UC) geladen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein durch das Stellglied (P1) oder durch eines der Stellglieder (P1, P2, ... Pn) führender Strompfad zur Deaktivierung dieses Stellglieds unterbrochen wird.

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei der Steuerung mehrerer Stellglieder (P1, P2, ... Pn) höchstens eines der Stellglieder gleichzeitig zum Laden oder Entladen aktiviert wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Stellglied (P1) oder jedes der Stellglieder (P1, P2, ... Pn) nur nach Beendigung des Ladevorgangs oder Entladevorgangs zur Deaktivierung freigegeben wird.

6. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Stellglied (P1) oder jedes der Stellglieder (P1, P2, ... Pn) mit einem Ausgangsanschluß (N0) verbunden ist, wobei der Ausgangsanschluß (N0) über das induktive Bauelement (L) mit einem Schaltungsknoten (N3) verbunden ist, der Schaltungsknoten (N3) über den Ladeschalter (SW1) und eine dazu parallel geschaltete erste Diode (D1) mit dem Speicherkondensator (C0) verbunden ist sowie über den Entladeschalter (SW2) und eine dazu parallel geschaltete zweite Diode (D2) mit einem Spannungsversorgungsanschluß (N1) verbunden ist, und daß dem Stellglied (P1) zu dessen Aktivierung oder Deaktivierung ein Auswahlschalter (S1) zugeordnet ist oder den Stellgliedern (P1, P2, ... Pn) zu deren Aktivierung oder Deaktivierung jeweils ein Auswahlschalter (S1, S2, ... Sn) zugeordnet ist.

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß jedes Stellglied (P1, P2, ... Pn) in einem den Ausgangsanschluß (N0) mit dem Spannungsversorgungsanschluß (N1) verbindenden Stromzweig zum zugeordneten Auswahlschalter (S1, S2, ... Sn) in Reihe geschaltet ist.

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine über einen Versorgungsschalter (SW0) zuschaltbare Gleichspannungsquelle (V) zum Anlegen der Versorgungsgleichspannung (U0) an den Ausgangsanschluß (N0) vorgesehen ist.

9. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß jedes Stellglied (P1, P2, ... Pn) als piezoelektrisches Element ausgeführt ist.

10. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Spannungsversorgungsanschluß (N1) auf einem Bezugspotential liegt.

11. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das induktive

Bauelement (L) als Spule ausgebildet ist.

12. Verwendung der Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 11 zur Steuerung von Stellgliedern (P1, P2, ... Pn) in Einspritzventilen zur Kraftstoffdirekteinspritzung in Brennkraftmaschinen.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

